

Динамика программирования и контроля и серийной организации движений как базовых компонентов письма (по данным графомоторных проб)

Кузева О. А.**,

ГБОУ Центр психолого-педагогической помощи «Юго-Запад»; ГБОУ ВПО МГППУ, Москва, Россия,
xelgakyz@gmail.com

Романова А. А.*,

ГБОУ Центр психолого-педагогической помощи «Юго-Запад», Москва, Россия,
tonechka_rom@mail.ru

Корнеев А. А.***,

ФГБОУ ВО МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия,
korneeff@gmail.com

Ахутина Т. В.****,

ФГБОУ ВО МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия,
akhutina@mail.ru

Для цитаты:

Романова А. А., Кузева О. А., Корнеев А. А., Ахутина Т. В. Динамика программирования и контроля и серийной организации движений как базовых компонентов письма (по данным графомоторных проб) // Психологическая наука и образование. 2015. Т. 20. № 1. С. 79–95.

** *Кузева Ольга Владимировна.* Педагог-психолог, ГБОУ Центр психолого-педагогической помощи «Юго-Запад»; аспирант факультета психологии образования кафедры возрастной психологии ГБОУ ВПО МГППУ, Москва, Россия. xelgakyz@gmail.com

* *Романова Антонина Александровна.* Кандидат психологических наук, руководитель консультативно-диагностического отдела, ГБОУ Центр психолого-педагогической помощи «Юго-Запад», Москва, Россия. tonechka_rom@mail.ru

*** *Корнеев Алексей Андреевич.* Кандидат психологических наук, старший научный сотрудник лаборатории нейропсихологии, ФГБОУ ВО МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия. korneeff@gmail.com

**** *Ахутина Татьяна Васильевна.* Доктор психологических наук, профессор, заведующая лабораторией нейропсихологии, ФГБОУ ВО МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия. akhutina@mail.ru

Представлены результаты лонгитюдного исследования формирования графомоторных навыков у младших школьников 7–9 лет (учащихся I–II классов). С помощью компьютеризированного обследования функций серийной организации движений и письма в сочетании с общим нейропсихологическим обследованием у детей выявлены закономерности развития исследуемых навыков в норме и при трудностях обучения. Показано, что развитие графомоторных навыков от I ко II классу у детей успешных и неуспешных в обучении носит неравномерный характер: второклассники выполняют задания быстрее и с меньшим количеством регуляторных ошибок, однако пространственные характеристики письма ухудшаются. При этом установлено, что у детей с трудностями обучения отстает формирование и автоматизация графомоторных и письменных навыков, что может быть связано с выявленным в этой группе дефицитом функций программирования и контроля, а также серийной организации движений. Кроме того, проведен сравнительный анализ связей между возрастом, социальными факторами (класса) и формированием исследуемых функций, позволивший обнаружить большее влияние на этот процесс класса.

Ключевые слова: серийная организация движений, детская нейропсихология, навык письма, автоматизация навыка, графомоторный навык.

Среди учащихся начальной школы значительная часть детей недостаточно готова к учебным нагрузкам. Это отражается в данных аналитического отчета, подготовленного Институтом содержания и методов обучения РАО «Готовность первоклассников к обучению в школе в 2010/2011 учебном году» [1]. В частности, исследование 47,6 тыс. первоклассников в начале учебного года с помощью методики «Графический диктант» позволило обнаружить, что хорошая сформированность предпосылок учебной деятельности есть только у 68% детей, всего половину заданий диктанта выполнили 20% детей, а остальные выполнили лишь одно (6,7%) или ни одного задания (5%). Аналогичные данные получены и по другим методикам [1; 19]. И в этом отчете, и в других публикациях отечественных и зарубежных исследователей подчеркивается важность функций программирования и контроля (управляющих функций, функций произвольной регуляции) для школьного обучения [17; 23; 29]. Множество публикаций содержит данные о связи слабости управляющих функций с трудностями обучения и синдромом дефицита внимания и гиперактивности [28; 30; 34; 35]. Меньшее внимание уделяется другому компоненту III блока, по А.Р. Лурия, а именно, серийной организации движений и действий – умению программировать и автоматизировать серии движений, хотя роль этого умения в учебном процессе, прежде всего, в

овладении письмом, очень велика [12; 27; 32]. Как сообщает Г.С. Ковалева, опираясь на данные вышеупомянутого аналитического отчета, учителя считают, что «по чтению хорошо готовы около 60% первоклассников, по письму – почти половина, по счету – более 70%» [19]. Таким образом, по мнению учителей, дети минимально готовы к письму. Отсюда возникает необходимость проанализировать предпосылки письма и их развитие: оценить состояние функций программирования и контроля и серийной организации движений у первоклассников и с помощью лонгитюдного исследования выяснить динамику развития этих функций от I ко II классу.

Целью проведенной нами работы было установить характер динамики развития программирования, контроля и серийной организации движений как важнейших компонентов письма успешных и неуспешных в обучении младших школьников.

Коротко остановимся на строении письма.

Письмо – это сложная многокомпонентная функциональная система, в реализации которой задействованы такие составляющие, как программирование и контроль деятельности, серийная организация движений, переработка кинестетической, слуховой, зрительной и зрительно-пространственной информации, функции поддержания уровня активности мозга. Отставание в развитии любого из них ведет к нарушению формирования всей

функции в целом, к замедлению автоматизации письма [3; 14; 15].

Сформированный (автоматизированный) навык письма, согласно многочисленным исследованиям, характеризуется *целостностью* (слово представляет собой единый моторный акт без поэлементной сознательной регуляции), *оптимизированностью движений* с точки зрения их двигательной эффективности. Это позволяет освободить когнитивные ресурсы для управления более высокоуровневыми процессами, такими как обдумывание идеи текста, подбор необходимого словаря, учет орфографического правила [2; 3; 7; 8; 14; 22; 31; 36]. Важным показателем сформированного письменного навыка является *увеличение скорости и плавности выполнения* [6; 32] и *уменьшение количества остановок* – временных перерывов в процессе письма [33]. Большое значение также имеет *изменение скорости в процессе письма* (профиль скорости): движения, которые уже автоматизированы, выполняются с меньшими моторными усилиями, и у них отмечается мало изменений скорости. Многократные изменения в профиле скорости, напротив, свидетельствует об отсутствии автоматизма [37].

Развитие навыка письма в онтогенезе – длительный сложный процесс, который начинается задолго до прихода ребенка в школу. Согласно культурно-историческому подходу [10], компоненты графомоторных движений начинают развиваться еще в дошкольном возрасте: в игре, когда ребенок использует жесты для обозначения конкретных предметов, в рисовании, лепке, рукоделии и пр. Заметный скачок в развитии графомоторных навыков отмечается в первом и последующих начальных классах. Исследования графомоторной деятельности у детей с I по III класс показывают, что в норме с возрастом и развитием навыка письмо становится более ритмичным, плавным, графомоторные движения укрупняются, и ребенок способен написать безотрывно несколько букв. Значительное увеличение скорости письма происходит от II к III классу [6; 32].

Известно, что успешное овладение графомоторными навыками обеспечивается, в частности, функциями III блока мозга: функцией программирования и контроля и функци-

ей серийной организации движений [14; 16]. У детей с дефицитом развития данных функций автоматизация письма затруднена. Темп их письма замедленный, почерк формируется длительное время [25; 32], что ведет к высокой энергоемкости графомоторных процессов [12]. На письме такие дети допускают специфические ошибки, главным образом, по типу упрощения или искажения программы (пропуски букв и слогов, антиципации, контаминации) и по типу инертности (персеверации элементов букв, слогов, слов) [3].

Понимание закономерностей и динамики развития графомоторных навыков в школьном возрасте, выявление специфики нарушений автоматизации письма при слабости структурно-функциональных компонентов ВПФ может способствовать разработке специальных коррекционно-развивающих методов преодоления данных затруднений. Перейдем к изложению данных экспериментального исследования.

Испытуемые. В исследовании участвовало 76 детей, которые в I классе проходили общее нейропсихологическое обследование и выполняли компьютеризированные тесты; во II классе испытуемые повторно выполняли компьютеризированные методики. Возраст испытуемых в I классе – $7,79 \pm 0,4$ лет. На основании результатов опроса учителей испытуемые были разделены на две группы: в группу детей с трудностями в освоении основных школьных предметов – математики, письма, чтения (далее – группа ТО) вошло 26 детей; группу нормы (далее – группа Н) составили 50 детей. В группе ТО было 18 мальчиков, 8 девочек, средний возраст – 7,68 лет, а в группе нормы – 18 мальчиков и 32 девочки, средний возраст – 7,86 лет.

Методы. В исследовании использовались:

1. Нейропсихологическое обследование [5], состоявшее из 20 проб. По его результатам были рассчитаны следующие нейропсихологические индексы: 1) программирования и контроля (управляющих функций) 2) серийной организации движений; 3) переработки кинестетической; 4) слуховой; 5) зрительной; 6) зрительно-пространственной информации; 7) интегральный индекс I блока.

Это позволило описать состояние всех участвующих в овладении письмом структурно-функциональных компонентов ВПФ, но особый акцент в исследовании был сделан на функциях III блока, по А. Р. Лурия [15].

2. Компьютеризированные методы диагностики, которые позволяют получить объективные данные об особенностях автоматизации графомоторных навыков у детей. В данной статье будут рассмотрены, во-первых, результаты компьютеризированного варианта графомоторной пробы («забор») и, во-вторых, пробы с записью на планшете фразы, сенсibilизированной с точки зрения трудностей переключения.

Классическая графомоторная проба направлена на анализ возможности усвоения двигательной программы при графическом предъявлении образца, плавного переключения внутри серии и автоматизации серии [14, с. 218 и 377; 5, с. 13]. В новом варианте проба решает те же задачи и предполагает последовательное изображение элементов ГМ, которые необходимо выполнять без отрывов пера от бумаги. Проводилось два субтеста: первый выполнялся пером, которое оставляет след на бумаге (далее – «со следом»); второй выполнялся сразу после первого пером, которое не оставляет след (далее – «без следа»).

Компьютерная запись проб позволяла фиксировать процесс выполнения в реальном времени, что дало возможность рассчитать: 1) среднее время выполнения одной серии узора (одна серия – ГМ); 2) количество отрывов руки в процессе выполнения проб; 3) количество субдвижений в процессе выполнения; 4) количество остановок; 5) суммарную тяжесть регуляторных ошибок. Последний параметр вычислялся так: разным видам регуляторных ошибок, в зависимости от «выраженности» нарушения, присваивались штрафные баллы:

- «площадка» (горизонтальная линия внизу) с самокоррекцией – 2 балла;
- «площадка» без самокоррекции – 3 балла;
- расширение программы – 4 балла;
- персеверация с самокоррекцией – 5 баллов;
- персеверация без самокоррекции – 6 баллов [5, с. 37].

Далее подсчитывалась сумма баллов, которая нормировалась относительно количества выполненных каждым испытуемым серий узора. Она и считалась показателем «суммарной тяжести ошибок».

Вторая проба – *написание фразы* «Машины шинами шуршат», которая сенсibilизирована с точки зрения серийной организации. Проба позволяет также анализировать функции программирования и контроля. Проба выполнялась на линованном (тетрадном) листе бумаги, который располагался поверх графического планшета. Экспериментатор диктовал фразу в удобном для ребенка темпе.

По результатам выполнения пробы рассчитывались следующие показатели:

- 1) время написания одной буквы;
- 2) количество отрывов руки;
- 3) суммарная тяжесть регуляторных ошибок, в число которых входили: пропуски, вставки, антиципации, написание строчной буквы вместо прописной, орфографические ошибки. Включение орфографических ошибок в регуляторные обусловлено тем, что эти ошибки свидетельствуют о трудностях распределения внимания, поскольку правила написания «и» после шипящих и заглавной буквы в начале предложения дети уже знают ко второму полугодю I класса. Сумма этих ошибок нормировалась относительно количества букв, написанных испытуемым, она составляла показатель «суммарной тяжести регуляторных ошибок».

Обе пробы выполнялись с помощью графического планшета «Wacom Intous 3», присоединенного к компьютеру, и специально разработанных программ регистрации движений пера на базе пакета Matlab. Первичная обработка результатов проводилась с помощью специально созданных А.А. Корнеевым программ на базе пакета Matlab. Дальнейший статистический анализ проводился с помощью пакета IBM SPSS Statistics (ver. 20). В качестве основных методов статистической обработки использовались t-критерий Стьюдента, дисперсионный анализ с факторами повторных измерений, коэффициент линейной корреляции Пирсона.

Результаты анализа нейропсихологического обследования представлены в табл. 1

Таблица 1

Результаты нейропсихологического обследования в двух группах

Параметр	Группа испытуемых	Среднее (std. отклонение)	Результаты сравнения групп с помощью t-критерия Стьюдента
Программирование и контроль	ТО	2,28 (4,5)	t(65)=3,147, p=0,002
	Норма	-1,45 (4,86)	
Серийная организация	ТО	1,33 (3,63)	t(65)=2,769, p=0,007
	Норма	-0,85 (2,79)	
Переработка кинестетической информации	ТО	1,69 (4,11)	t(65)=2,767, p=0,007
	Норма	-1,07 (3,91)	
Переработка слуховой информации	ТО	0,78 (3,54)	t(65)=1,451, p=0,152
	Норма	-0,44 (2,94)	
Переработка зрительной информации	ТО	3,58 (7,07)	t(65)=3,975, p<0,001
	Норма	-2,47 (5,11)	
Переработка зрительно-пространственной информации	ТО	1,57 (4,03)	t(65)=2,581, p=0,012
	Норма	-1,11 (4,09)	
Интегральный индекс I блока	ТО	0,76 (2,29)	t(65)=4,441, p<0,001

Данные, приведенные в табл. 1, показывают, что в I классе дети с трудностями обучения получали худшие баллы и статистически значимо отличались от успешных в учебе детей по всем индексам, кроме индекса переработки слуховой информации. Что касается функций III блока, то различия по программированию и контролю достигали большей статистической значимости, чем функции серийной организации движений. Рассмотрим, как эти особенности работы III блока, отражались в компьютерных пробах.

Результаты анализа выполнения графомоторной пробы

Дисперсионный анализ с факторами повторных измерений позволил выявить значимое влияние фактора «Проба»: и первоклассники, и второклассники выполняют первый субтест «со следом» значимо медленнее, чем субтест «без следа» (для I класса: $F(1,64)=53,185, p<0,001$; для II класса: $F(1,61)=30,622, p<0,001$). Кроме того, у второклассников во втором субтесте «без следа» суммарная тяжесть ошибок значимо уменьшается ($F(1,63)=20,332, p<0,001$). Таким обра-

зом, в целом ко второй пробе дети улучшают свои результаты, что свидетельствует о том, что графомоторный навык автоматизируется и может реализовываться успешнее даже при отсутствии зрительного контроля.

Рассмотрим результаты выполнения пробы по группам.

Анализ групповых различий отдельно по I и по II классам показывает следующее. Первоклассники группы ТО оказываются наименее успешными: темп выполнения у них значительно ниже ($F(1,64) = 6,222, p=0,015$), а показатели суммарной тяжести ошибок значимо выше, чем в норме ($F(1,64)=6,669, p=0,012$). Во II классе результаты по группам сближаются: время выполнения и суммарная тяжесть ошибок в целом в группах нормы и ТО статистически не различаются, хотя группа ТО продолжает чаще делать ошибки (в пробе «со следом» в группе ТО суммарная тяжесть ошибок – 2,18, в группе нормы – 1,30; в пробе «без следа» в группе ТО – 1,25, в группе нормы – 0,51). При этом качественный анализ ошибок показывает, что наиболее грубые ошибки (расширение программы, персеверации) чаще встречаются у детей из группы ТО.

Результаты анализа возрастной динамики развития графомоторного навыка представлены в табл. 2.

Как показывает табл. 2 и подсчет значимости различий, от I ко II классу отмечается положительная *возрастная динамика*:

- уменьшается время выполнения проб (в субтесте «без следа» различия статистически значимы: $p < 0,001$, в субтесте «со следом» различия – на уровне тенденции: $p = 0,09$);

- уменьшается количество остановок ($p < 0,001$ в обоих субтестах) и отрывов руки ($p < 0,01$ в обоих субтестах);

- снижается значение суммарной тяжести ошибок (в субтесте «со следом» различия значимы: $p = 0,033$);

- во втором субтесте «без следа» снижается количество субдвижений ($p = 0,001$).

Рассмотрим *возрастную динамику по группам*.

У детей группы нормы от I ко II классу в первой пробе «со следом» не обнаружено изменений во времени выполнения, а в пробе «без следа» отмечается значимое ускорение темпа выполнения ($p < 0,001$). Обнаружено уменьшение количества остановок от I ко II классу в пробе «со следом» ($p = 0,004$) и в пробе «без следа» ($p < 0,001$); уменьшение количества отрывов и субдвижений в пробе «без следа»

($p = 0,03$ и $p = 0,048$ соответственно). Количество ошибок от I ко II классу у детей данной группы статистически не меняется незначимо, при этом качественный анализ показывает, что дети группы нормы выполняют графомоторную пробу без грубых регуляторных ошибок (расширение программы, персеверации).

В целом у детей группы нормы от I ко II классу выполнение становится более быстрым, плавным, особенно при выполнении пробы без зрительного контроля, что является показателем успешной автоматизации навыка, при этом сохраняется хорошее качество выполнения проб. Более медленный темп выполнения первой пробы может быть объяснен двумя причинами. Во-первых, это может быть связано с влиянием процесса вработываемости: для успешного выполнения графомоторных заданий (в том числе письменных) второклассникам, успешным в обучении, вначале необходимо больше времени. Во-вторых, обсуждаемый эффект может свидетельствовать об особой стратегии выполнения пробы без зрительного контроля: дети ускоряют свой темп, чтобы не потерять паттерн движения.

Дети группы ТО от I ко II классу начинают выполнять пробу «со следом» несколько быстрее ($p = 0,041$), время выполнения пробы «без следа» значимо уменьшается ($p = 0,001$).

Таблица 2

Возрастная динамика развития графомоторного навыка

Группы	Время выполнения пачки		Суммарная тяжесть регуляторных ошибок		Количество отрывов руки		Количество субдвижений		Количество остановок	
	со следом	без следа	со следом	без следа	со следом	без следа	со следом	без следа	со следом	без следа
I класс	5680	4645	0,92	0,42	0,39	0,17	11,39	9,13	2,17	3,20
II класс	5256	3741	0,55	0,25	0,24	0,08	11,48	7,72	1,29	1,68
I класс норма	5364	4553	0,63	0,33	0,33	0,15	10,7	9,1	2,06	3,09
II класс норма	5214	3706	0,45	0,17	0,21	0,06	11,7	7,9	1,15	1,54
I класс ТО	6319	4984	1,53	0,47	0,49	0,18	11,9	10	2,55	3,39
II класс ТО	5388	3916	0,73	0,42	0,3	0,12	11,3	7,6	1,45	2,05

Примечания. Полу жирным выделены значимые различия по результатам дисперсионного анализа (значимость влияния фактора «Класс» на уровне $p < 0,05$), курсивом – различия на уровне тенденции ($p < 0,1$).

Помимо этого, уменьшается количество отрывов в пробе «со следом» ($p=0,004$), а также значимо уменьшается количество остановок в обеих пробах ($p=0,032$ «со следом», $p=0,02$ «без следа»), уменьшается количество субдвижений в пробе «без следа» ($p=0,048$). Количество ошибок от I ко II классу меняется незначимо, но качественный анализ показывает, что, в отличие от детей группы нормы, у детей группы ТО часто встречаются грубые регуляторные ошибки (расширение программы, персеверации). Данные, представленные в табл. 2, позволяют предположить, что временные показатели и количество допущенных ошибок у детей группы ТО во II классе сходны с аналогичными показателями у детей группы нормы I класса.

Детальное сравнение результатов выполнения пробы детьми из группы нормы в I классе с аналогичными показателями детей из группы ТО во II классе показало следующее. Время выполнения «пачки» в пробе «со следом» в двух сравниваемых группах практически одинаково ($t(65)=-0,062$, $p=0,951$; здесь и далее использовался *t*-критерий Стьюдента), а в пробе «без следа» второклассники из группы ТО опережали первоклассников из группы нормы ($t(65)=2,352$, $p=0,022$). Количество допускаемых ошибок в обоих вариантах пробы у детей из группы ТО во II классе незначимо

больше, чем у нормы в первом ($t(65)=-0,376$, $p=0,708$ и $t(65)=-0,377$, $p=0,707$ «со следом» и «без следа» соответственно). Количество остановок в пробе «со следом» в группе ТО во II классе и в группе нормы в I классе различаются незначительно ($t(65)=1,593$, $p=0,116$), в то время как в пробе «без следа» дети из группы ТО во II классе делают значимо меньше остановок, чем первоклассники из группы нормы ($t(66)=2,447$, $p=0,017$). Что касается количества субдвижений, то ко II классу группа ТО начинает делать их несколько меньше по сравнению с нормой в I классе в пробе «со следом» ($t(65)=-0,526$, $p=0,601$) и продолжает делать значимо меньше в пробе «без следа» ($t(66)=2,039$, $p=0,045$). То есть более легкую пробу «со следом» второклассники из группы ТО делают без значимых различий по времени выполнения, количеству ошибок, остановок и субдвижений по сравнению с первоклассниками группы нормы. В то же время пробу без зрительного контроля они выполняют быстрее первоклассников, с меньшим числом остановок и субдвижений, но с несколько большим количеством ошибок, чем первоклассники.

Результаты анализа написания фразы

В табл. 3 представлены данные по выполнению этой пробы.

Таблица 3

Возрастная динамика написания фразы

Параметры	Группа	I класс	II класс
Время написания буквы	Норма	3854,53 (1134,62)	2070,15 (541,78)
	ТО	4940,98 (2586,87)	1985,35 (1000,01)
Количество отрывов руки (в пересчете на букву)	Норма	0,79 (0,57)	0,4 (0,22)
	ТО	1,16 (0,53)	0,77 (0,53)
Количество остановок	Норма	0,17 (0,31)	0,02 (0,04)
	ТО	0,43 (0,66)	0,02 (0,03)
Регуляторные ошибки	Норма	1,7 (1,8)	0,37 (0,77)
	ТО	2,02 (1,51)	1 (1,06)
Пространственные ошибки	Норма	0,96 (0,86)	2,05 (2,3)
	ТО	1,41 (1,19)	3,67 (2,4)

Примечания. Полужирным выделены значимые межгрупповые различия ($p<0,05$), курсивом – различия на уровне тенденций ($p=0,1$).

Дисперсионный анализ с факторами по- вторных измерений позволил выявить:

1) значимое влияние фактора «Класс» ($p < 0,001$) во всех сравниваемых параметрах написания фразы;

2) влияние фактора «Группа» было субзна- чимым по данным о времени написания букв- ы и регуляторным ошибкам ($F(1,59)=3,958$, $p=0,051$ и $F(1,59)=3,341$, $p=0,072$ соответ- ственно), значимым – по количеству остано- вок ($F(1,59)=4,090$, $p=0,048$) и высокозначи- мым – по отрывам и пространственным ошиб- кам ($F(1,59)=14,569$, $p < 0,001$ и $F(1,59)=9,253$, $p=0,003$ соответственно);

3) взаимодействие *Группа–Класс* оказа- ло значимое влияние на время написания букв- ы, количество остановок и пространственных ошибок ($F(1,59)=4,809$, $p=0,032$; $F(1,59)=4,388$, $p=0,040$ и $F(1,59)=3,284$, $p=0,075$ соответствен- но), в остальных случаях оно было незначимо.

Анализ возрастной динамики показыва- ет, что от I ко II классу значимо (на уровне $p < 0,05$) улучшаются все показатели письма, кроме пространственных ошибок, число ко- торых значимо возрастает. Увеличение ско- рости письма и ухудшение его качества – хо- рошо известный всем педагогам и родителям факт, который нашел отражение и в написа- нии экспериментальной фразы.

Сравнение детей успешных в обуче- нии и группы ТО обнаруживает, что станов- ление автоматизированного навыка письма у детей с ТО отстает, что отражается в значи- мых различиях по количеству отрывов, остано- вок и пространственных ошибок. Что каса- ется скорости письма, то обнаруженное зна- чимое взаимодействие класса и группы отра- жает тот факт, что в I классе дети с ТО пишут медленнее, а во II классе (по меньшей мере, в условиях эксперимента) обгоняют успеш- ных ровесников. При этом во II классе дети с ТО делают почти втрое больше регуляторных ошибок, чем дети без ТО.

Таким образом, и в этой пробе, как и в предыдущей, мы видим стремление детей с ТО к скорости в ущерб правильности письма.

Сходство результатов двух компьютери- зированных методик находит свое отраже- ние в корреляциях полученных данных. Во- первых, обнаружены корреляции скоростных

параметров выполнения проб: время написа- ния буквы в I классе коррелировало со ско- ростью написания одной «пачки» узора в суб- тестах «со следом» и «без следа» $r=0,467$ и $r=0,335$ при $p < 0,001$ и $p=0,006$ соответствен- но. Во II классе корреляции скорости в суб- тестах «со следом» и «без следа» составили $r=0,408$ и $r=0,502$ при $p < 0,001$ в обоих случа- ях. Во-вторых, и в I, и во II классе обнаружены корреляции регуляторных ошибок в субтесте «со следом» ($r=0,244$, $p=0,044$ и $r=0,249$ при $p < 0,049$ соответственно).

При анализе корреляций результатов комп- ьютеризированных методик и данных ней- ропсихологического обследования обнару- жено следующее. В графомоторной пробе в I классе среднее время выполнения «пачки» при выполнении пробы «со следом» положи- тельно коррелирует с показателями функ- ций программирования и контроля ($r=0,318$, $p=0,012$) и серийной организации движений ($r=0,259$, $p=0,044$), а в пробе «без следа» – с показателем серийной организации движе- ний ($r=0,292$, $p=0,022$). Количество регуля- торных ошибок положительно коррелирует с показателем программирования и контро- ля ($r=0,280$, $p=0,029$, проба «без следа»). Во II классе получены значимые корреляции меж- ду количеством регуляторных ошибок в обеих пробах и показателями состояния I блока ($r=0,412$, $p=0,003$, $r=0,421$, $p=0,002$).

В пробе на письмо в I классе время напи- сания одной буквы, количество отрывов руки и количество остановок при письме положи- тельно коррелируют с функциями программи- рования и контроля ($r > 0,333$, $p < 0,008$), серий- ной организации ($r > 0,287$, $p < 0,021$ во всех случа- ях) и I блока мозга ($r > 0,295$, $p < 0,019$ во всех случаях). Число регуляторных ошибок значи- мо коррелирует с показателями программи- рования и контроля ($r=0,344$, $p=0,005$) и серий- ной организации действий ($r=0,254$, $p=0,042$). Во II классе достигает значимости только кор- реляция программирования и контроля и ко- личество отрывов ($r=0,287$, $p=0,032$), субзна- чимая корреляция отмечена между количе- ством остановок и функциями I блока.

Таким образом, в обеих пробах в I классе получены многочисленные ожидаемые корреляции с нейропсихологическими данными, во

II классе число корреляций снижается, отмечаются отдельные корреляции с функциями программирования и контроля и I блока.

Для того чтобы выяснить, что оказывает большее влияние на успешность выполнения проб, т.е. на возможности автоматизации навыка – *возраст детей или класс обучения*, было проведено сравнение особенностей выполнения графомоторной пробы детьми одного возраста, обучающихся в разных классах. Учитывая цель нашего исследования – выявление возрастной динамики состояния функций, уточнение, о каком возрасте идет речь: биологическом (паспортном) или социальном (степень социального взросления), – представляется существенным.

С этой целью выборка была поделена на две части по возрасту. В «младшую» группу вошли дети, которым в I классе на момент обследования было от 6,9 до 7,7 лет (24 человека, средний возраст – 7,3 лет), в «старшую» группу вошли дети в возрасте от 8 до 8,5 лет (24 человека, средний возраст – 8,2 лет). Сравнительный анализ результатов выполнения проб детьми старшей группы в I классе с результатами выполнения проб во II классе младшей группой позволяет оценить влияние класса обучения у детей одинакового возраста, так как возраст старшей группы в I классе оказывается практически равным возрасту детей младшей группы во II классе. Результаты сравнения основных параметров

выполнения графомоторной пробы приведены в табл. 4.

Таблица показывает, что у детей одного возраста, обучающиеся в разных классах, обнаружены значимые различия. В субтесте «со следом» первоклассники делают значимо больше отрывов ($p=0,007$) и остановок ($p=0,03$); в субтесте «без следа» – значимо медленнее выполняют пробу ($p<0,001$), с большим количеством остановок, субдвижений и отрывов руки ($p=0,002$, $p=0,006$, на уровне тенденции - $p=0,052$ соответственно).

Чтобы оценить влияние возраста в каждом из классов, был проведен сравнительный анализ выполнения тех же параметров в двух возрастных группах первоклассников («младший возраст» и «старший возраст» в I классе). Значимых отличий при таком сравнении не выявлено ни по одному параметру. Таким образом, именно год обучения (I или II класс) является определяющим успешность автоматизации графомоторного навыка.

Обсуждение результатов

Выделенные нами группы успешных и неуспешных школьников значимо различаются состоянием структурно-функциональных компонентов ВПФ, которое было обнаружено с помощью нейропсихологического обследования. У детей группы ТО в целом выявлено снижение в развитии функций всех трех блоков мозга [15]: блока программирования и

Таблица 4

Результаты выполнения графомоторной пробы детьми одного возраста учащихся в разных классах

Группа	Время выполнения пачки (мс)	Количество отрывов	Количество остановок	Количество субдвижений
Со следом				
«Старшая группа», I класс	5732	0,43	1,97	12,29
«Младшая группа», II класс	5205	0,21	1,27	11,44
Без следа				
«Старшая группа», I класс	4808	0,17	3,15	10,17
«Младшая группа», II класс	3820	0,08	1,79	7,74

Примечания. Полужирным выделены значимые межгрупповые различия ($p<0,05$), курсивом – различия на уровне тенденций ($p=0,1$).

контроля (III блока), блока приема, хранения и переработки информации (II блока), блока регуляции тонуса и бодрствования (I блока). Полученные результаты подтверждаются исследованиями [3; 20; 21].

Перейдем к обсуждению результатов, полученных при выполнении экспериментальных проб детьми, успешными и неуспешными в обучении. Как и ожидалось, результаты обеих методик (графомоторной пробы и написания фразы) и отдельные параметры статистически согласуются между собой. Это позволяет в целом описывать процесс автоматизации графомоторного навыка и его особенности в норме и при наличии трудностей в обучении.

Исследование показало, что в I классе при нормативном развитии познавательных процессов формирование графомоторного навыка происходит успешнее и легче: первоклассники этой группы значительно лучше справляются с обоими субтестами: графомоторной пробой и с написанием фразы. Они выполняют задания быстрее и с меньшим количеством ошибок, их результаты стабильны и улучшаются с развитием графомоторного навыка (помимо результатов, представленных в данной статье [см. 11]). У первоклассников группы ТО выявляется отставание в формировании графомоторных навыков, в том числе и навыка письма: темп у них замедленный в обеих пробах, качество выполнения крайне низкое, страдает моторный компонент (обе пробы выполняются с большим количеством остановок). Это согласуется с многочисленными нейропсихологическими исследованиями [12; 13; 32; 33], а также с практическими наблюдениями воспитателей, педагогов и родителей. Действительно, чаще всего старшие дошкольники и младшие школьники с комплексным снижением в развитии когнитивных процессов плохо рисуют (особенно по инструкции), овладевают навыками письма и в школе, сталкиваясь с такого рода деятельностью, уже на первых стадиях обучения формируют негативное отношение к этим занятиям.

Во II классе темп деятельности у детей с трудностями обучения уменьшается: дети начинают спешить выполнить пробы в ущерб качеству. Так, в графомоторной пробе дети группы ТО делают больше ошибок, при этом

ошибки у них более грубые (расширение программы, персеверации) в графомоторной пробе, специфические регуляторные и орфографические ошибки в написании фразы (персеверации элементов букв, персеверации букв, написание начала предложения с маленькой буквы, ошибки на знание правила написания «и» после шипящих). Дети с нормативным развитием ВПФ, хоть и пишут во II классе чуть медленнее группы ТО, но при этом допускают минимальное количество ошибок.

Перейдем к анализу **возрастной динамики** выполнения графомоторной пробы. Исследование показало, что у детей с более развитыми структурно-функциональными компонентами III блока (группа нормы) от I ко II классу отмечается выраженная положительная динамика. Улучшения наиболее явные – в регуляторном (уменьшение количества ошибок во фразе) и моторном (количество остановок и отрывов в обеих пробах) компонентах, вследствие чего графомоторные движения становятся более точными и плавными, скорость письма увеличивается, а его качество повышается. Вместе с этим необходимо отметить важность периода вработываемости у успешных в обучении второклассников. Так, в настоящем исследовании было показано, что первую графомоторную пробу «со следом» эти дети выполняют значимо медленнее, уделяя внимание качеству (количество ошибок во II классе в субтесте «со следом» значимо меньше, чем в I классе), а вторую пробу, «без следа», – уже в высоком темпе с меньшим количеством ошибок. Другими словами, трудности вхождения в задание свойственны даже тем второклассникам, у которых нет трудностей в обучении. Это важное с практической точки зрения предположение было статистически подтверждено в настоящем исследовании.

У детей ТО от I ко II классу отмечается положительная динамика в увеличении скорости, остановок, отрывов. При этом качество письма остается невысоким, количество орфографических и регуляторных ошибок все еще высоко по сравнению с детьми группы нормы, что может свидетельствовать о наличии процесса автоматизации навыка письма вместе с ошибками. У детей со снижением функций ВПФ, прежде всего функций программирова-

ния, регуляции и контроля, серийной организации движений и действий, автоматизация графомоторного навыка затруднена по сравнению с детьми группы нормы. Прежде всего, у них страдает качество выполнения (в обеих пробах у второклассников группы ТО сравнительно велико количество ошибок, в том числе наиболее грубых), тогда как время выполнения от I ко II классу уменьшается и в некоторых случаях (например, при написании фразы) даже превосходит результаты нормы. Другими словами, дети II класса группы ТО спешат и предпочитают сделать задания быстрее в ущерб качеству. Точное и плавное выполнение без ошибок остается для них все еще недоступным. Это создает риск неправильной автоматизации графомоторного навыка и, как следствие, формирования специфических нарушений письма (дисграфии). Неуспешность в формировании базовых школьных навыков, к которым относится и письмо, высокая его энергоемкость, сложность реализации, безусловно, снижают мотивацию к обучению в целом. Ко II классу дети, сталкиваясь с многочисленными учебными сложностями и негативной оценкой окружающих, теряют интерес к правильному выполнению заданий, стремясь закончить выполнение быстрее [4; 9].

В описании результатов графомоторной пробы мы уделили особое внимание тому, что результаты неуспешных в учебе второклассников сходны с аналогичными показателями успешных первоклассников: первую графомоторную пробу «со следом» они выполняют в сходном темпе, с примерно одинаковым количеством остановок, субдвижений и регуляторных ошибок. Ко второй пробе «без следа» хоть и отмечается уменьшение затрачиваемого времени, остановок и субдвижений, количество регуляторных ошибок не меняется. Таким образом, дети группы ТО не просто запаздывают в развитии, а обнаруживают специфическую динамику: и в нашем исследовании, и в исследовании Т.В. Ахутиной с соавторами [4] дети со слабостью программирования и контроля (особенно гиперактивные дети) ускоряют ответ, мало заботясь о качестве выполнения. Этим они отличаются от детей группы нормы, которые ускоряются и сохраняют быстрые ответы, если это идет не в ущерб качеству.

Анализ корреляций результатов двух компьютеризированных методик показал их согласованность. Анализ же корреляций этих результатов с данными нейропсихологического обследования обнаружил более сложную картину. Если в I классе были получены многочисленные ожидаемые корреляции результатов обеих проб с нейропсихологическими данными, то во II классе отмечены лишь отдельные корреляции с функциями программирования и контроля и I блока. Эти результаты требуют дополнительной проверки, на данном же этапе их можно объяснить более развернутой функциональной системой письма и графомоторных навыков в I классе, что согласуется с представлениями о построении движений Н.А. Бернштейна (1947). Во II классе движения ускоряются, что говорит о том, что необходимость в полном отслеживании движений у успешных детей уменьшается. Что касается детей с ТО, то замедление автоматизации, неполная автоматизация при высокой скорости выполнения ведет к сохранению высокой энергоемкости методики. Выполнение заданий более «энергоемким» способом с привлечением ресурсов функций программирования и контроля, которые у детей с ТО и так слабее по сравнению с нормой, ведет к двойной нагрузке на эти функции и на I блок, что и дает себя знать в выявленных корреляциях.

Поскольку целью нашего исследования было выявление возрастной динамики состояния функций, то уточнение, о каком возрасте идет речь: биологическом (паспортном) или социальном (степень социального взросления), – стало важным дополнением нашего исследования. Было выявлено что, дети одного возраста, но обучающиеся в разных классах показывают значимые различия при выполнении графомоторной пробы. В I классе дети выполняют пробу «со следом» с большим количеством отрывов, пробу «без следа» медленнее, с большим количеством остановок, отрывов и субдвижений, по сравнению с их ровесниками из II класса. В то же время у детей одного класса, но разных возрастов значимых различий между параметрами выполнения проб не обнаружено. Таким образом, при равных прочих условиях социальный возраст важнее биологического. Этот

вывод вполне соответствует известной формуле Л.С. Выготского, что «обучение идет за собой развитие». Аналогичные факты были получены при сопоставлении выполнения нейropsихологических проб первоклассниками и второклассниками, проделанном Л.В. Яблоковой [26].

Выводы

1. Проведенное исследование формирования графических навыков, в том числе навыка письма, у учеников I и II классов, проведенное с помощью компьютеризированных графомоторных проб, обнаружило отчетливую возрастную динамику: второклассники выполняют задания быстрее и с меньшим количеством регуляторных ошибок; о формировании графического навыка, навыка письма говорит сокращение отрывов руки и остановок. Однако пространственные характеристики письма (почерка) ухудшаются, о чем свидетельствует увеличение числа пространственных ошибок.

2. Выделенные учителями группы успешных в учебе детей и детей с трудностями обу-

чения различаются по состоянию структурно-функциональных компонентов ВПФ всех трех блоков мозга, по А.Р. Лурии, зафиксированному с помощью нейropsихологического обследования, и по выполнению графомоторных проб. Было обнаружено соответствие между выполнением проб и нейropsихологическими индексами и выявлены значимые корреляции. Дети с трудностями обучения, отличающиеся худшим состоянием функций программирования и контроля и серийной организации движений, хуже выполняют и графомоторную пробу и пробу написания фразы.

3. У детей с трудностями обучения отстает формирование и автоматизация графомоторных и письменных навыков, свои трудности второклассники стремятся компенсировать увеличением темпа письма в ущерб качеству письма, что отражается в резком увеличении и пространственных, и регуляторных ошибок.

4. На формирование графомоторных навыков у исследованных детей сильное влияние оказывает социальная ситуация развития, фактор класса оказался значительно сильнее фактора возраста.

Финансирование

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект № 13-36-01050 «Анализ развития регуляторных функций у младших школьников, успешных и неуспешных в обучении»)

Литература

1. Аналитический отчет «Готовность первоклассников к обучению в школе в 2010/2011 учебном году» [Электронный ресурс] // Институт содержания и методов обучения РАО. URL: <http://ismo.iiso.ru/> (дата обращения 27.11.14).
2. Ахутина Т.В. Нарушения письма: диагностика и коррекция // Актуальные проблемы логопедической практики / Под ред. М.Г. Храковской. СПб.: Акционер и К°, 2004. С. 225–247.
3. Ахутина Т.В. Трудности письма и их нейropsихологическая диагностика // Письмо и чтение: трудности обучения и коррекция / Под ред. О.Б. Иншаковой. М.: МПСИ, 2001. С. 7–20.
4. Ахутина Т.В., Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю., Агрис А.Р. Возрастная динамика двух вариантов дефицита регуляции активности у младших школьников // Психология. Журнал Высшей Школы Экономики (в печати).
5. Ахутина Т.В., Полонская Н.Н., Пылаева Н.М., Максименко М.Ю. Нейropsихологи-

ческое обследование // Нейropsихологическая диагностика, обследование письма и чтения младших школьников / Под ред. Т.В. Ахутиной, О.Б. Иншаковой. 1-е изд.: М.: Сфера; В. Секачев, 2008; 2-е изд.: М.: Сфера; В. Секачев, 2012. С. 4–64.

6. Безруких М.М., Любомирский Л.Е. Возрастные особенности организации и регуляции произвольных движений у детей и подростков // Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. М.: Образование от А до Я, 2000. 319 с.

7. Бернштейн Н.А. О построении движений. М.: Медгиз, 1947. 450 с.

8. Бернштейн Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М.: Медицина, 1966. 435 с.

9. Воронова М.Н., Корнеев А.А., Ахутина Т.В. Лонгитюдное исследование развития высших психических функций у младших школьников // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2013. № 4 С. 48–64.

8. Бернштейн Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М.: Медицина, 1966. 435 с..
9. Воронова М.Н., Корнеев А.А., Ахутина Т.В. Лонгитюдное исследование развития высших психических функций у младших школьников // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2013. № 4 С. 48–64.
10. Выготский Л.С. Предыстория письменной речи // Выготский Л.С. Умственное развитие детей в процессе обучения. М.; Л.: Учпедгиз, 1935. С. 73–95.
11. Кузева О.В., Романова А.А., Корнеев А.А., Ахутина Т.В. Особенности серийной организации движений у младших школьников в норме и с трудностями в обучении // Дефектология. 2014. № 1. С. 17–28.
12. Курганский А.В., Ахутина Т.В. Трудности в обучении и серийная организация движений у детей 6–7 лет / Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 1996. № 2. С.58–66.
13. Курганский А.В., Григал П.П. Выполнение серий движений, задаваемой последовательностью сенсорных сигналов. Индивидуальные различия в характере начальной стадии серийного научения // Журнал ВНД. 2009. Т. 59. № 5. С. 540–552.
14. Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных поражениях мозга. М.: Питер, 2008. 621 с.
15. Лурия А.Р. Основы нейропсихологии. М.: Изд-во МГУ, 1973. 374 с.
16. Лурия А.Р. Очерки по психофизиологии письма. М.: Изд-во АПН РСФСР, 1950. 84 с.
17. Мачинская Р.И., Сугрובה Г.А., Семёнова О.А. Междисциплинарный подход к анализу мозговых механизмов трудностей обучения у детей. Опыт исследования детей с признаками СДВГ // Журнал ВНД. 2013. Т. 63. № 5. С. 542–564.
18. Нейропсихологическая диагностика, обследование письма и чтения младших школьников / Под ред. Т.В. Ахутиной, О.Б. Иншаковой. М.: Сфера; В. Секачев, 2008. 125 с.
19. О первоклассниках (по результатам исследований готовности первоклассников к обучению в школе) / Г. С. Ковалева [и др.] [Электронный ресурс] // Институт содержания и методов обучения РАО. URL: <http://ismo.ioso.ru/> (дата обращения 27.11.14).
20. Полонская Н.Н. Нейропсихологические особенности детей с разной успешностью обучения // Доклады Второй международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.Р. Лурия «А.Р. Лурия и психология XXI века» (г. Москва, 24–22 сентября 2002 г.) / Под ред. Т.В. Ахутиной, Ж.М. Глозман. М.: Смысл, 2003. С. 206–214.
21. Полонская Н.Н., Яблокова Л.В. Функции программирования и контроля и успешность обучения у первоклассников // Сборник докладов «I Международной конференции памяти А.Р. Лурия» (г. Москва, 24–26 сентября 1997г.) / Под ред. Е.Д. Хомской, Т.В. Ахутиной. М.: РПО, 1998. С. 231–237.
22. Сальникова Т.П. Педагогические технологии. М.: ТЦ Сфера, 2007. 128 с.
23. Семаго Н.Я., Семаго М.М. Проблемные дети. Основы диагностической и коррекционной работы психолога. М.: АРКТИ, 2003. 208 с.
24. Семаго Н.Я., Чиркова О.Ю. Типология отклоняющегося развития: Недостаточное развитие / Под общ. ред. М.М. Семаго. М.: Генезис, 2011. 288 с.
25. Храковская М.Г. Методика восстановления и формирования двигательного навыка письма при нарушениях динамического праксиса // Логопед. 2004. № 3. С. 4–10.
26. Яблокова Л.В. Нейропсихологическая диагностика развития высших психических функций у младших школьников: разработка критериев оценки: дис. ... канд. психол. наук. М., 1998. 126 с.
27. Berninger V. Understanding the graphia in developmental dysgraphia: A developmental neuropsychological perspective for disorders in producing written language // Developmental motor disorders: A neuropsychological perspective / Ed. by D. Dewey, D.E. Tupper. N. Y.: The Guilford Press, 2004. P. 189–233.
28. Bull R., Scerif G. Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory // Developmental neuropsychology. 2001. Vol. 19. № 3. P. 273–293. doi: 10.1207/S15326942DN1903_3.
29. Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. Preschool program improves cognitive control // Science. 2007. Vol. 318. № 30. P. 1387–1388. doi: 10.1126/science.1151148.
30. Hendriksen J., Keulers E., Feron F., Wassenberg R., Jolles J., Vles J. Subtypes of learning disabilities // European child adolescent psychiatry. 2007. Vol. 16. № 8. P. 517–524. doi: 10.1007/s00787-007-0630-3.
31. Medwell J., Strand S., Wray D. The role of handwriting in composing for Y2 children // Journal of Reading, Writing and Literacy. 2007. Vol. 2. № 1. P. 18–36. doi: 10.1080/03057640903103728.

32. Overvelde A., Hulstijn W. Handwriting development in grade 2 and grade 3 primary school children with normal, at risk, or dysgraphic characteristics // *Research in developmental disabilities*. 2011. Vol. 32. № 2. P. 540–548. doi: 10.1016/j.ridd.2010.12.027.
33. Rosenblum S., Parush S., Weiss P. Temporal measures of poor and proficient handwriters // *Proceedings of the Tenth biennial conference of the International Graphonomics Society / R.G.J. Meulenbroek, B. Steenbergen (Eds.)*. Nijmegen: University of Nijmegen, 2001. P. 119–125.
34. Rourke B.P. Neuropsychology of learning disabilities: Past and future // *Learning Disability Quarterly*. 2005. Vol. 28. № 2. P. 111–114. doi: 10.2307/1593606.
35. St Clair-Thompson H.L., Gathercole S.E. Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory // *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 2006. Vol. 59. № 4. P. 745–759. doi: 10.1080/17470210500162854.
36. Swanson H.L., Berninger V.W. Individual differences in children's working memory and writing skill // *Journal of experimental child psychology*. 1996. Vol. 63. № 2. P. 358–385. doi: 10.1006/jecp.1996.0054.
37. Tucha O., Tucha L., Lange K.W. Graphonomics, automaticity and handwriting assessment // *Literacy*. 2008. Vol. 42. № 3. P. 145–155. Doi: 10.1111/j.1741-4369.2008.00494.x.

Dynamics of Programming and Control, and Serial Organization of Movements as the Basic Components of Handwriting (Based on Grafomotor Test)

Kuzeva O. V.**,

*Center for psychological and educational assistance "Southwest"; Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia,
xelgakyz@gmail.com*

Romanova A. A.*,

*Center for psychological and educational assistance "Southwest", Moscow, Russia.
tonechka_rom@mail.ru*

Korneev A. A.***,

*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia,
korneeff@gmail.com*

Akhutina T. V.****,

*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia,
akhutina@mail.ru*

For citation:

*Romanova A. A., Kuzeva O. V., Korneev A. A., Akhutina T. V. Dynamics of programming and control, and serial organization of movements as the basic components of handwriting (based on grafomotor test). *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie = Psychological Science and Education*, 2015, vol. 20, no. 1, pp. 79–95 (In Russ., abstr. in Engl.).*

* *Romanova Antonina Alexandrovna*. PhD (Psychology), head of advisory and diagnostic department, Center for psychological and educational assistance "Southwest", Moscow, Russia. E-mail: tonechka_rom@mail.ru

** *Kuzeva Olga Vladimirovna*. Educational Psychologist, Center for psychological and educational assistance "Southwest"; graduate student, Chair of Developmental Psychology, Department of Educational Psychology, Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia. E-mail: xelgakyz@gmail.com

*** *Korneev Alexey Andreevich*. PhD (Psychology), Senior Researcher, Laboratory of Neuropsychology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia. E-mail: korneeff@gmail.com

**** *Akhutina Tatyana Vasilyevna*. Dr. Sci. (Psychology), Professor, Head of the Laboratory of Neuropsychology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia. E-mail: akhutina@mail.ru

We present the results of a longitudinal study of the formation of grafomotor skills in primary school children of 7–9 years old (students of I-II grades). With the help of a computerized test of serial organization of movements and writing in conjunction with the general neuropsychological testing in children, we revealed patterns of study skills development in health and learning disabilities. The development of grafomotor skills from I to II class in successful and unsuccessful learners is uneven: second-graders perform tasks faster and with fewer regulatory errors, but the spatial characteristics of letters deteriorate. Children with learning disabilities have deficit in the formation and automation of grafomotor and writing skills that can be associated with the identified deficiency of programming and monitoring functions in this group, as well as the serial organization of movements. In addition, a comparative analysis of the relationships between age, social factors (class) and the formation of the tested function, allowed to detect a greater social influence on this process.

Keywords: serial organization of movements, child neuropsychology, writing skills, skill automation, grafomotor skills.

Funding

This work was supported by the Russian Foundation for Humanities (project №13-36-01050, «Analysis of development of executive functions in early schoolchildren with and without learning disabilities»)

References

1. Analiticheskii otchet «Gotovnost' pervoklassnikov k obucheniyu v shkole v 2010/2011 uchebnom godu» [Elektronnyi resurs] [Analytical report "School readiness of first-grade pupils in 2010/2011 academic year"]. *Institut sodержaniya i metodov obucheniya RAO ismo.ioso.ru* [RAO Institute of content and learning methods ismo.ioso.ru]. Available at: <http://ismo.ioso.ru/> (Accessed 27.11.2014) (In Russ.).
2. Akhutina T.V. Narusheniya pis'ma: diagnostika i korrektsiya. [Writing disorders: diagnosis and correction]. Aktual'nye problemy logopedicheskoi praktiki [Actual problems of speech therapy practice]. Khrakovskaya M.G. (ed.). Saint Petersburg: Aktsioner i K, 2004, pp. 225–247.
3. Akhutina T.V. Trudnosti pis'ma i ikh neiropsikhologicheskaya diagnostika. [Writing difficulties and their neuropsychological diagnostics]. In Inshakova O.B. (ed.) *Pis'mo i chtenie: trudnosti obucheniya i korrektsiya* [Reading and writing: learning disabilities and correction]. Moscow: MPSI, 2001, pp. 7–20.
4. Akhutina T.V., Korneev A.A., Matveeva E.Yu., Agris A.R. Vozrastnaya dinamika dvukh variantov defitsita regulyatsii aktivnosti u mladshikh shkol'nikov [Age-related dynamics of cognitive functions in children with two variants of deficits in state regulation]. *Psikhologiya. Zhurnal Vysshei Shkoly Ekonomiki (v pechati)* [Psychology. Journal of the Higher School of Economics (in press)].
5. Akhutina T.V., Polonskaya N.N., Pylaeva N.M., Maksimenko M.Yu. Neiropsikhologicheskoe obsledovanie [Neuropsychological evaluation]. In Akhutina T.V. (eds.) *Neiropsikhologicheskaya diagnostika, obsledovanie pis'ma i chteniya mladshikh shkol'nikov* [Neuropsychological diagnostics, evaluation of writing and reading in primary school children]. Moscow: Sfera; V. Sekachev, 2008, pp. 4–64.
6. Bezrukhikh M.M., Lyubomirskii L.E. Vozrastnye osobennosti organizatsii i regulyatsii proizvol'nykh dvizhenii u detei i podrostkov. [Age features of organization and regulation of voluntary movements in children and adolescents]. In Bezrukhikh M.M. (eds.) *Fiziologiya razvitiya rebenka* [Child Development Physiology]. Moscow: Obrazovanie ot A do Ya, 2000. 319 p.
7. Bernshtein N.A. O postroenii dvizhenii [On the construction of movements]. Moscow: Medgiz, 1947. 450 p.
8. Bernshtein N.A. Ocherki po fiziologii dvizhenii i fiziologii aktivnosti [Essays on the physiology of movements and activity]. Moscow: Meditsina, 1966, pp. 160–170.
9. Voronova M.N., Korneev A.A., Akhutina T.V. Longityudnoe issledovanie razvitiya vysshikh psikhicheskikh funktsii u mladshikh shkol'nikov [Longitudinal study of the development of higher mental functions in primary school children]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14. Psikhologiya* [Moscow University Bulletin. Series 14. Psychology], 2013, no. 4, pp.48–64.

10. Vygotskii L.S. Predystoriya pis'mennoi rechi. [Background of written speech]. In Vygotskii L.S. *Umstvennoe razvitiye detei v protsesse obucheniya* [Mental development of children in the process of learning]. Moscow: Uchpedgiz, 1935, pp. 73–95.
11. Kuzeva O.V., Romanova A.A., Korneev A.A., Akhutina T.V. Osobennosti seriinoy organizatsii dvizhenii u mladshikh shkol'nikov v norme i s trudnostyami v obuchenii [Serial organization of movements in primary school children in norm and with learning disabilities]. *Defektologiya* [Defectology], 2014, no. 1, pp.17–28.
12. Kurganskii A.V., Akhutina T.V. Trudnosti v obuchenii i seriinaya organizatsiya dvizhenii u detei 6-7 let [Learning disabilities and the serial organization of movements in 6–7 year old children]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14. Psikhologiya* [Moscow University Bulletin. Series 14. Psychology], 1996, no. 2, pp.58–66.
13. Kurganskii A.V., Grigal P.P. Vypolnenie serii dvizhenii, zadavaemoi posledovatel'nost'yu sensornykh signalov. Individual'nye razlichiya v kharaktere nachal'noi stadii seriinogo naucheniya [Performing of series of movements defined by a sequence of sensor signals. Individual variations in the character of initial stage of serial learning]. *Zhurnal Vysshei Nervnoi Deyatel'nosti* [Journal of Higher Nervous Activity], 2009, no. 5, pp.540–552.
14. Luria A.R. Vysshie korkovye funktsii cheloveka i ikh narusheniya pri lokal'nykh porazheniyakh mozga [Higher cortical functions in man and their impairment caused by local brain damage]. Moscow: Piter, 2008. 621p.
15. Luria A.R. Osnovy neiropsikhologii [Foundations of neuropsychology]. Moscow: MGU, 1973. 374p.
16. Luria A.R. Ocherki psikhofiziologii pis'ma [Essays on the psychophysiology of writing]. Moscow: APN RSFSR, 1950. 84p.
17. Machinskaya R.I., Sugrobova G.A., Semenova O.A. Mezhdistsiplinarnyi podkhod k analizu mozgovykh mekhanizmov trudnosti obucheniya u detei. Opyt issledovaniya detei s priznakami SDVG [Interdisciplinary approach in the analysis of cerebral mechanisms of learning disabilities in children. The experience studies of children with ADHD symptoms]. *Zhurnal Vysshei Nervnoi Deyatel'nosti* [Journal of Higher Nervous Activity], 2013, no. 5, pp. 542–564.
18. Akhutina T.V. (eds.) Neiropsikhologicheskaya diagnostika, obsledovanie pis'ma i chteniya mladshikh shkol'nikov [Neuropsychological diagnosis, examination of writing and reading in primary school children]. Moscow: Sfera; V. Sekachev, 2008. 125p.
19. O pervoklassnikakh (po rezul'tatam issledovaniy gotovnosti pervoklassnikov k obucheniyu v shkole) [Elektronnyi resurs] [About first-graders (based on the research of school readiness in first-graders)]. In Kovalyova G.S. (eds.) *Institut soderzhaniya i metodov obucheniya RAO ismo.ioso.ru* [RAO Institute of content and learning methods ismo.ioso.ru]. Available at: <http://ismo.ioso.ru/> (Accessed 27.11.2014).
20. Polonskaya N.N. Neiropsikhologicheskie osobennosti detei s raznoi uspeshnost'yu obucheniya [Neuropsychological features of children with different learning success]. In Akhutina T.V. (eds.) *Doklady Vtoroi mezhdunarodnoi konferentsii, posvyashchennoi 100-letiyu so dnya rozhdeniya A.R. Luriya «A.R. Luriya i psikhologiya XXI veka»* (g. Moskva, 24-22 sentyabrya 2002 g.) [Reports of the Second international conference devoted to the 100th anniversary of the birth of A.R. Luria “A.R. Luria and psychology of XXI Century “]. Moscow: Smysl, 2003, pp. 206–214.
21. Polonskaya N.N., Yablokova L.V. Funktsii programirovaniya i kontrolya i uspeshnost' obucheniya u pervoklassnikov [Executive function and success of learning in the first grade]. In Khomsкая E.D. (eds.) *Sbornik dokladov “Pervaya Mezhdunarodnaya konferentsiya pamyati A.R. Luriya”* [Reports of the “First International Conference to the memory of Luria”]. Moscow: RPO, 1998, pp. 231–237.
22. Sal'nikova T.P. Pedagogicheskie tekhnologii [Educational technologies]. Moscow: TS Sfera, 2007. 128 p. Moscow: ARKTI, 2003. 208 p.
23. Semago N.Ya. Problemnye deti. Osnovy diagnosticheskoi i korrektsionnoi raboty psikhologa [Children with problems. Basics of psychological diagnostic and correction]. Semago N.Ya.(eds.). Moscow: ARKTI, 2003. 208p.
24. Semago N.Ya., Chirkova O.Yu. Tipologiya otklonyayushchegosya razvitiya: Nedostatochnoe razvitiye [Typology of deviant development: Underdevelopment]. Semago M.M. (ed.) Moscow: Genezis, 2011. 288p.
25. Khrakovskaya M.G. Metodika vosstanovleniya i formirovaniya dvigatel'nogo navyka pis'ma pri narusheniyakh dinamicheskogo praksisa [The technique of rehabilitation and forming of writing motor skill in the disorders of dynamic praxis]. *Zhurnal Logoped* [J. Speech therapist], 2004, no. 3, pp.4–10.
26. Yablokova L.V. Neiropsikhologicheskaya diagnostika razvitiya vysshikh psikhicheskikh funktsii u mladshikh shkol'nikov: razrabotka kriteriev otsenki. Diss. dokt. psikhol. nauk. [Neuropsychological diagnostics of development of higher mental functions in primary school children: the development of evaluation criteria. Dr. Sci. (Psychology) diss.]. Moscow, 1998. 126 p.

27. Berninger V. Understanding the graphia in developmental dysgraphia: A developmental neuropsychological perspective for disorders in producing written language. In Dewey D. (eds.) *Developmental motor disorders: A neuropsychological perspective*. New York: The Guilford Press, 2004, pp. 189–233.
28. Bull R., Scerif G. Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental neuropsychology*, 2001. Vol. 19, no. 3, pp. 273–293. doi: 10.1207/S15326942DN1903_3.
29. Diamond A., Barnett W. S., Thomas, J. & Munro S. Preschool program improves cognitive control. *Science*, 2007. Vol. 318, no. 30, pp. 1387–1388. doi: 10.1126/science.1151148.
30. Hendriksen J., Keulers E., Feron F., Wassenberg R., Jolles J., Vles J. Subtypes of learning disabilities. *European child adolescent psychiatry*, 2007. Vol. 16, no.8, pp. 517–524. doi: 10.1007/s00787-007-0630-3.
31. Medwell J., Strand S., Wray D. The role of handwriting in composing for Y2 children. *Journal of Reading, Writing and Literacy*, 2007. Vol. 2, no.1 pp. 18–36. doi: 10.1080/03057640903103728.
32. Overvelde A., Hulstijn W. Handwriting development in grade 2 and grade 3 primary school children with normal, at risk, or dysgraphic characteristics. *Research in developmental disabilities*, 2011. Vol. 32, no. 2, pp. 540–548. doi: 10.1016/j.ridd.2010.12.027.
33. Rosenblum S., Parush S., Weiss P. Temporal measures of poor and proficient handwriters. In Meulenbroek R.G.J., Steenbergen B. (Eds.). *Proceedings of the Tenth biennial conference of the International Graphonomics Society*. Nijmegen: University of Nijmegen, 2001, pp. 119–125.
34. Rourke B.P. Neuropsychology of learning disabilities: Past and future. *Learning Disability Quarterly*, 2005. Vol. 28, no. 2, pp. 111–114. doi: 10.2307/1593606.
35. St. Clair-Thompson H.L., Gathercole S.E. Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2006. Vol. 59, no. 4, pp. 745–759. doi: 10.1080/17470210500162854.
36. Swanson H.L., Berninger V.W. Individual differences in children's working memory and writing skill. *Journal of experimental child psychology*, 1996. Vol. 63, no. 2, pp. 358–385. doi: 10.1006/jecp.1996.0054.
37. Tucha O., Tucha L., Lange K.W. Graphonomics, automaticity and handwriting assessment. *Literacy*, 2008. Vol. 42, no. 3, pp. 145–155. doi: 10.1111/j.1741-4369.2008.00494.x.